

- IRIS Energi
- IRIS Samfunnsforskning
- IRIS Biomiljø
- ULLRIGG Bore- og brønnsenter

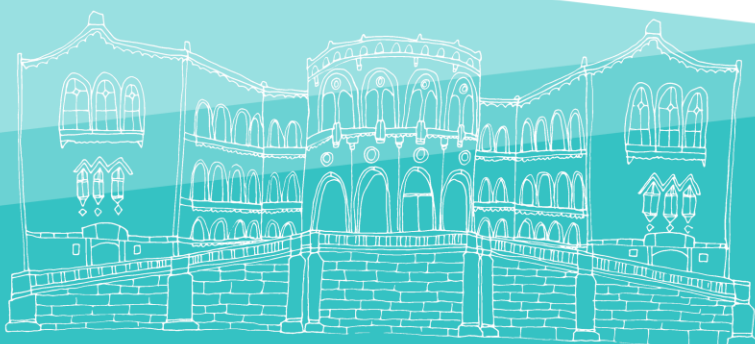


Risiko knyttet til iskast og isfall fra vindturbiner

Notat til Norges vassdrags- og energidirektorat

Roger Flage

RAPPORT – 2018/036



IRIS Samfunnsforskning

Prosjektnummer: 7351041
Prosjektets tittel: Iskast/isnedfall fra vindturbiner
Oppdragsgiver(e): Norges vassdrags- og energidirektorat
ISBN: 978-82-490-0911-4
Gradering: Åpen

Stavanger, 07.03.2018



Roger Flage
prosjektleder



Einar Leknes
Direktør
IRIS Samfunnsforskning

©Kopiering er kun tillatt etter avtale med IRIS eller oppdragsgiver.

Vår forskning er sertifisert etter et kvalitetssystem basert på NS-EN ISO 9001 og NS-EN ISO 14001:2004

Forord

Dette notatet gjennomgår og oppsummerer en del sentrale aspekter knyttet til risiko, risikobeskrivelse, risikoforståelse, risikoaksept og risikokommunikasjon, for videre bruk i et NVE-notat om anbefalinger knyttet til risiko for iskast og isfall fra vindturbiner. Gjennomgangen av temaene risiko, risikobeskrivelse og risikoforståelse er i stor grad basert på nyere forskning i fagmiljøet for risikostyring ved Universitetet i Stavanger (se f.eks. Aven, 2014), mens temaene risikoaksept og risikokommunikasjon dekkes mer som oppsummeringer basert på utvalgte sentrale, oversiktsorienterte kilder.

Innholdsfortegnelse

FORORD	I
FIGURFORTEGNELSE	3
TABELLFORTEGNELSE	4
1. LETTFATTELIG MOTIVASJON OG FORKLARING AV SKILLET MELLOM RISIKO OG RISIKOBESKRIVELSE, MED ET EKSEMPEL FRA KONTEKSTEN ISKAST/-FALL.....	5
2. LETTFATTELIG BESKRIVELSE AV HVILKE KOMPONENTER SOM BØR INNGÅ I RISIKOBESKRIVELSEN, MED EKSEMPLER FRA KONTEKSTEN ISKAST/-FALL.....	8
3. TOLKNING AV RISIKOINDEKSER.....	11
4. PRESENTASJON AV HVA FORSKNINGEN SIER OM VIKTIGE FAKTORER IFT. RISIKOKOMMUNIKASJON.....	13
5. REFERANSER.....	18
6. VEDLEGG: BAKGRUNN OM RISIKO.....	19
6.1 Moderne perspektiver på risiko.....	19
6.2 Beskrivelse av risiko	21
6.3 Risikoaksept.....	24
6.4 Risikoforståelse og risikokommunikasjon.....	26
6.4.1 Risikoforståelse	26
6.4.2 Risikokommunikasjon	27

Figurfortegnelse

Figur 6-1: <i>Overgangen fra risiko til risikoindeks, via omfang av risikovurderingen og risikorepresentasjon og -vurderinger (figur basert på figur i DNV GL, 2016).</i>	21
Figur 6-2: <i>ALARP-prinsippet slik det er implementert i norsk petroleumslovgivning (figur basert på figur i NORSOK Z-013).</i>	25

Tabellfortegnelse

Tabell 1 Eksempel på sammensatte risikoindeks.....	10
Tabell 2 De tre nivåene av risikodebatt og deres kommunikasjonsbehov og kriterier (Renn, 2010 s. 245).....	14
Tabell 3 Oversikt over kvalitative karakteristika som påvirker risikotoleranse (Renn, 2008; tilpasset fra Renn, 1990).	15
Tabell 4 Komponenter av tillit (Renn, 2008; tilpasset fra Renn & Levine 1991).	15
Tabell 5 Prediksjon og usikkerhetsvurdering iht. NUSAP notasjonssystem for mengde is som kastes/faller fra vindturbin.	22
Tabell 6 Eksempel på "stamtavle»-/«pedigree»-matrise (Funtowicz & Ravetz, 1990)...	22
Tabell 7 Kriterier for klassifisering av kunnskapsstyrke (Flage & Aven, 2009) på matriseformat.	23
Tabell 8 Sammensatt risikoindeks med alternativ fremstilling av kunnskapsstyrke- indeks.	24

1. Lettfattelig motivasjon og forklaring av skillet mellom risiko og risikobeskrivelse, med et eksempel fra konteksten iskast/-fall

I tekniske risikoanalyser har risiko tradisjonelt vært definert ved sannsynlighet, for eksempel som kombinasjonen av scenarier/konsekvenser og tilhørende sannsynligheter, eller som produktet av konsekvenser og sannsynligheter, altså som forventet tap. En ser økende grad at usikkerhetsbaserte risikodefinsjoner tas i bruk av sentrale aktører. Disse inkluderer ISO (i standarden ISO 31000 for risikostyring), Society for Risk Analysis (SRA) i deres ordliste (SRA, 2015), og i norsk sammenheng Petroleurstilsynet som i 2015 la til grunn følgende risikodefinsjon i veiledningen til Rammeforskriften og i sitt arbeid med oppfølging av risiko og sikkerhet på norsk sokkel (Petroleurstilsynet, u.å.):

Risiko = Konsekvensene av virksomheten med tilhørende usikkerhet.

I et usikkerhetsbasert risikoperspektiv som denne definsjonen innebærer, er det et skille mellom konseptet risiko og risikobeskrivelsen. Risiko som konsept defineres vha. det kvalitative konseptet usikkerhet, noe som leder til et kvalitativt risikokonsept. Merk at med «konsekvensene» forstås her totaliteten av risikokilder, hendelser og hendelseskjeder (scenarier), samt utfall mht. verdier (tap av liv, personskader, miljøskade, ødeleggelse av materielle verdier, osv.). Ofte forstås «konsekvenser» kun som utfall mht. verdier, men her legges altså en bredere forståelse av begrepet til grunn.

Ved å skrive C for de fremtidige konsekvensene av en aktivitet og U for tilhørende usikkerhet (U uttrykker altså en tilstand av usikkerhet om C), så kan uttrykket for risiko ovenfor omskrives som:

Risiko = (C,U).

I risikobeskrivelsen forsøker man så å spesifisere hva de fremtidige konsekvensene av virksomheten (heretter: aktiviteten) vil bli, dvs. å spesifisere hva C vil bli, og å beskrive tilhørende usikkerhet. Det er altså en (som regel underforstått) målsetning at de fremtidige konsekvensene er tilstrekkelig dekket av de spesifiserte konsekvensene i risikoanalysen. Det kan imidlertid være ulike grunner til at en konsekvens ikke er dekket av risikobeskrivelsen:

- I. Konsekvensen er utenfor risikoanalysens omfang (scope).
- II. Konsekvensen er innenfor risikoanalysens omfang, men ble ikke identifisert i risikoanalyseprosessen.
- III. Konsekvensen er innenfor risikoanalysens omfang, og ble identifisert i risikoanalyseprosessen, men ble ikke tatt med i risikobeskrivelsen fordi risikobidraget ble vurdert som neglisjerbart.

En konsekvens utenfor analysens omfang (I) kan eksemplifiseres som følger: Det skal gjennomføres en risikovurdering av aktiviteten drift av en vindturbin. Omfanget av

analysen skal være dødsfall hos og skader på mennesker som følge av iskast eller isfall. På overordnet nivå kan da spesifiseres

$$C' = \{\text{dødsfall hos mennesker, skader på mennesker}\}, \text{ og}$$

$$A' = \{\text{iskast, isfall}\},$$

der C' er spesifiserte utfall og A' er spesifiserte initierende hendelser i risikoanalysen. Anta så at det som faktisk skjer er at et dyr blir drept da et av rotorbladene på turbinen knekker og kastes ned på bakken, skjematisk skrevet som

$$C = \{\text{dødsfall hos dyr}\}, \text{ og}$$

$$A = \{\text{brukket turbinblad kastes ned på bakken}\}.$$

I dette tilfellet dekkes ikke utfallet C og hendelsen A av de spesifiserte utfallene C' og de spesifiserte hendelsene A' . Dette var heller ikke en målsetning, da hendelsen som faktisk intraff ligger utenfor det definerte omfanget av risikoanalysen.

En konsekvens som er innenfor risikoanalysens omfang, men som ikke identifiseres i risikoanalyseprosessen (II), kan være av to typer:

- a) Ukjente ukjente
- b) Ukjente kjente

Sistnevnte type (b) er ukjent for de som gjennomfører risikoanalysen, men kjent for andre. For eksempel kan hendelsesspesifiseringen A' ovenfor utdypes som følger:

$$A'' = \{\text{iskast fra turbinblad på turbin i drift, isfall fra turbinblad på stanset turbin, isfall fra tårn}\}.$$

Hendelsen «isfall fra tårn» kan skyldes at is løsner pga. vær, vind og andre naturlige forhold, og risikoanalysen dekker kanskje bare denne typen risikokilder. Imidlertid kan det tenkes at hendelsen skyldes vedlikeholdsarbeid på turbinen, dvs. at isen løsner enten som en følgeeffekt av at det drives vedlikehold på turbinen, eller ved at isen intensjonelt fjernes fra tårnet. Dersom nødvendige tiltak da ikke er tatt, eksempelvis avstenging av området på bakken rundt turbinen mens vedlikeholdsarbeidet pågår, kan det tenkes at en slik hendelse fører til skade eller dødsfall. Dersom dette skjer vil en kunne anse «vedlikeholdsarbeid» som en ikke-identifisert risikokilde. Dette kan skjematisk skrives som

$$RS' = \{\text{vær, vind, andre naturlige forhold}\}, \text{ og}$$

$$RS = \{\text{vedlikeholdsarbeid}\},$$

hvor RS' er de spesifiserte risikokildene for hendelsen «iskast fra tårn», og RS er risikokilden som førte til dødsfall eller skade som følge av denne hendelsen. En annen analysegruppe ville kunne identifisert denne risikokilden, som dermed er et eksempel på en ukjent kjent (b) konsekvens. Kategorien ukjente ukjente (a) dekker hendelser som ikke er kjent for noen – verken de som gjennomfører risikoanalysen eller andre – og er av naturlige grunner vanskelig å eksemplifisere.

En konsekvens innenfor risikoanalysens omfang, som blir identifisert i risikoanalyseprosessen, men ikke tas med i risikobeskrivelsen fordi risikobidraget vurderes som neglisjerbart (III), kan eksemplifiseres med følgende konsekvensspesifisering:

$C'' = \{\text{skade på person som treffes av isklump med energi over 40 J}\}.$

Anta at det i risikoanalysen legges til grunn at alle iskast med isklumper med treffenergi over 40 J fører til dødsfall. Begrunnelsen kan være at det er vurdert som svært usannsynlig, bare 0,1 % sannsynlighet, at en slik hendelse ikke fører til dødsfall. Dersom en person så faktisk treffes av en isklump med energi over 40 J, og skades heller enn dør, dvs. dersom $C = C''$, så vil denne konsekvensen kunne klassifiseres som en type III konsekvens. Den er ikke utenfor omfanget av analysen (I), og den ble identifisert i risikoanalysen og er dermed ikke en ukjent kjent eller ukjent ukjent (II). Antagelsen om iskast med isklumper med treffenergi over 40 J alltid fører til dødsfall er en konservativ antagelse, som bidrar til at risikoen for dødsfall overvurderes heller enn undervurderes, men kan altså isolert sett føre til at risikobidraget fra skader undervurderes.

Eksemplene ovenfor illustrerer og motiverer skillet mellom konseptet risiko og beskrivelsen av risiko. I notatets vedlegg utdypes noen implikasjoner av dette skillet.

2. Lettfattelig beskrivelse av hvilke komponenter som bør inngå i risikobeskrivelsen, med eksempler fra konteksten iskast/-fall

Risikobeskrivelsen knyttet til det usikkerhetsbaserte risikoperspektivet beskrevet i kapittel 1 dekker følgende elementer (Aven, 2013):

- Spesifiserte konsekvenser
- Usikkerhetsmål
- Bakgrunnskunnskapen

Spesifiseringen av konsekvenser i en risikoanalyse inkluderer spesifisering av risikokilder, hendelser (inkludert initierende hendelser og barrieresvikt) og utfall. En risikokilde kan forstås som et element (en handling, en delaktivitet, en komponent, et system, en hendelse, osv.) som alene eller i kombinasjon med andre elementer har potensial til å gi opphav til noen spesifiserte konsekvenser (vanligvis uønskede konsekvenser) (SRA, 2015). Eksempler på spesifiserte konsekvenser knyttet til iskast og isfall fra vindturbiner er:

- Risikokilder:
 - Turbinblad
 - Tårn
 - Vedlikehold
 - Nedbør
 - Temperatur under frysepunkt
 - Sterk vind
- Hendelser
 - Initierende hendelser:
 - Iskast
 - Isfall (isfall fra turbinblad på stanset turbin, isfall fra tårn)
 - Svikt i barrierer:
 - Svikt i aerodynamiske bremses
 - Svikt i mekaniske bremses
 - Skilt/informasjonstavle ikke lesbar
 - Direktevarsel (SMS/app) virker ikke
- Utfall
 - Dødsfall hos mennesker (1 omkommet, 2 omkomne, 3 omkomne, ...)
 - Skader hos mennesker

Risikokildene, hendelsene og utfallene knyttes sammen og analyseres ved hjelp av metoder og modeller for risikoanalyse, for eksempel feiltrær, hendelsestrær og barriereblokkdiagrammer.

Usikkerhet knyttet til de spesifiserte konsekvensene beskrives ved hjelp av et usikkerhetsmål. Sannsynlighet er det mest brukte usikkerhetsmålet i risikoanalyser, men det finnes også alternativer for å kvantifisere (tallfeste) usikkerhet, slik som intervallsannsynlighet, men disse alternativene vil ikke bli omtalt videre her. Uansett

valg av usikkerhetsmål vil det alltid være utfordringer knyttet til det å tallfeste usikkerhet, og ethvert kvantitativt usikkerhetsmål vil ha svakheter. Som en følge av dette er en anbefaling at usikkerhetsmålet dekker begge følgende elementer:

- Et kvantitativt usikkerhetsmål – typisk sannsynlighet
- En kvalitativ vurdering av styrken på kunnskapen som støtter det kvantitative usikkerhetsmålet

Det er altså snakk om å supplere det kvantitative usikkerhetsmålet (sannsynligheten) med en kvalitativ vurdering av kunnskapsstyrke. En måte å vurdere og klassifisere kunnskapsstyrken er å si at kunnskapen er sterk dersom alle de følgende betingelsene (når de er relevante) er oppfylt (Flage & Aven, 2009 s. 13-14):

- Fenomenene som er involvert er god forstått; modellene som brukes er kjent for å gi prediksjoner med tilstrekkelig nøyaktighet.
- Antagelsene som er gjort anses som svært rimelige.
- Store mengder pålitelige data er tilgjengelige.
- Det er bred enighet blant eksperter.

Dersom det motsatte gjelder for minst én av betingelsene (for eksempel at antagelsene utgjør kraftige forenklinger), så klassifiseres kunnskapen som svak; og dersom forholdene ligger mellom betingelsene for sterk og svak kunnskap, så klassifiseres kunnskapen som moderat. Ytterligere metoder og betingelser/kriterier for å vurdere kunnskapsstyrke er beskrevet i vedlegget til dette notatet.

Bakgrunnskunnskapen som risikoanalysen bygger på er også en del av risikobeskrivelsen, og trenger å dokumenteres i risikoanalysen. Tre sentrale elementer relatert til bakgrunnskunnskapen er antagelser, modeller og data. Med antagelser kan forstås betingelser eller inngangsstørrelser som holdes fast i risikovurderingen, men som man anerkjenner eller vet at i virkeligheten vil kunne avvike i større eller mindre grad fra det som er antatt (Berner & Flage, 2016). En modell (av et objekt, for eksempel en aktivitet eller et system) kan forstås som en forenklet representasjon av dette objektet (SRA, 2015). Eksempler på antagelser, modeller og data knyttet til iskast og isfall fra vindturbiner vil kunne være:

- Antagelser
 - En isklump med treffenergi større enn 40 J vil være dødelig
 - Isbiter har form som fritt roterende iskuber
- Modeller
 - Ballistisk iskastmodell
 - Terrengmodell
- Data
 - Meteorologiske data

Den totale risikobeskrivelsen dekker altså spesifiserte konsekvenser, usikkerhetsmål og bakgrunnskunnskap. En måte å uttrykke risiko på er gjennom en risikoindeks, som kan forstås som en skala-basert oppsummering av risikobeskrivelsen. I dette ligger at risikoindeksen ikke reflekterer den totale risikobeskrivelsen, men er en komprimert fremstilling av denne.

Som regel benyttes probabilistiske risikoindeks, dvs. risikoindeks definert ved sannsynligheter eller forventningsverdier. Et eksempel på sannsynlighet brukt som risikoindeks er Individuell Risiko (IR), definert som sannsynligheten for at en tilfeldig valgt person i en bestemt gruppe omkommer i løpet av gitt tidsperiode (Aven, 2015). Et eksempel på forventningsverdi brukt som risikoindeks er Fatal Accident Rate (FAR), definert som forventet antall omkomne per 100 millioner eksponerte timer (Aven, 2015). Som en følge av anbefalingen om at usikkerhetsmålet dekker både et kvantitativt usikkerhetsmål og en kvalitativ vurdering av kunnskapsstyrke, bør det anvendes en sammensatt risikoindeks som kombinerer en (kvantitativ) probabilistisk risikoindeks med en kvalitativ kunnskapsstyrke-indeks; se Tabell 1. I det videre beskrives hvordan probabilistiske risikoindeks kan tolkes.

Tabell 1 Eksempel på sammensatte risikoindeks.

Probabilistisk risikoindeks	Kunnskapsstyrke-indeks
IR = 1×10^{-4}	Moderat
FAR = 5	Sterk

3. Tolkning av risikoindekser

Tolkningen av en probabilistisk risikoindeks avhenger av hvilken tolkning av sannsynlighet som legges til grunn. Det er i hovedsak to typer sannsynlighet som vanligvis anvendes i risikoanalyser:

- Kunnskapsbetinget/subjektiv sannsynlighet
- Frekvensfortolket sannsynlighet

En kunnskapsbetinget sannsynlighet, også kjent som subjektiv sannsynlighet, uttrykker en grad av tro på at en hendelse vil inntreffe, gitt en viss bakgrunnskunnskap. Mer formelt:

En kunnskapsbetinget sannsynlighet for en hendelse A , betegnet $P(A|K)$, er et uttrykk for hvor trolig en person mener det er at hendelsen A vil inntreffe, gitt bakgrunnskunnskapen K .

En IR-verdi lik 1×10^{-4} som vist i Tabell 1 må ifølge en slik fortolkning forstås som at risikoanalytikeren har like stor grad av tro på at en tilfeldig valgt person i gruppen det gjelder omkommer i løpet av gitt tidsperiode, som på det å trekke en rød kule fra en urne som inneholder 1 rød kule og 9.999 ikke-røde kuler. En FAR-verdi lik 5 må ifølge en slik fortolkning forstås som at tyngdepunktet i en sannsynlighetsfordeling over antall omkomne per 100 millioner timer eksponering for aktiviteten er 5.

En frekvensfortolket sannsynlighet er et mål på variasjon, og kan defineres som følger:

En frekvensfortolket sannsynlighet for en hendelse A , betegnet $P_f(A)$, er definert som andelen ganger hendelsen A skjer hvis situasjonen som betraktes gjentas (hypotetisk) et uendelig antall ganger.

En IR-verdi lik 1×10^{-4} som vist i Tabell 1 må ifølge en slik fortolkning forstås som at i det lange løp vil det omkomme én av tusen personer som gjennomfører aktiviteten i en tidsperiode av samme lengde som IR-verdien er angitt for. En FAR-verdi lik 5 må ifølge en slik fortolkning forstås som at i det lange løp vil det omkomme 5 personer per 100 millioner eksponerte timer for aktiviteten.

Dersom en frekvensfortolket probabilistisk risikoindeks benyttes, så anses/antas denne å ha en sann men ukjent/usikker verdi, og risikoanalysen produserer et estimat av denne verdien. Det er da usikkert hvor nær den sanne verdien estimatet ligger. Kunnskapsbetingede sannsynligheter kan brukes til å beskrive usikkerhet om denne sanne verdien av risikoindeksen.

En probabilistisk risikoindeks basert på kunnskapsbetingede sannsynligheter er på den annen side ikke usikker. Imidlertid kan det være usikkerheter «gjemt i bakgrunnskunnskapen», for eksempel kan det være gjort antagelser som man på analysetidspunktet er usikre på om vil holde. Kunnskapsstyrke-vurderinger kan bidra til å avdekke slike usikkerheter og sikre at de håndteres på en passende måte i risikoanalysen (Berner & Flage, 2016).

Kunnskapsbetingede sannsynligheter kan angis for alle typer hendelser. Frekvensfortolkede sannsynligheter krever at det eksisterer (eventuelt at det antas at det eksisterer) en stabil, gjentakende prosess med utfall som varierer mellom hver gang prosessen/situasjonen gjentas.

4. Presentasjon av hva forskningen sier om viktige faktorer ift. risikokommunikasjon

Med risikokommunikasjon kan forstås utveksling eller deling av risikorelaterte data, informasjon og kunnskap mellom og blant ulike målgrupper (som tilsynsmyndigheter, interessenter, forbrukere, media, allmennheten) (SRA, 2015). Ulike målsetninger med risikokommunikasjonen kan være (Renn, 2008):

- 1) Å sikre at mottakerne forstår budskapets innhold og at det forbedrer kunnskapen deres om risikoen det gjelder (funksjon: opplysning)
- 2) Å bygge et tillitsfullt forhold mellom sender og mottaker (funksjon: bygge tillit til risikostyringen)
- 3) Overtale mottakerne av budskapet om å endre holdninger eller atferd mht. en spesifikk årsak eller risiko (funksjon: skape risikoreduksjon gjennom kommunikasjon)
- 4) Tilrettelegge for effektiv involvering av interessenter for et risikoproblem, slik at alle berørte parter kan ta del i en konfliktløsningsprosess (funksjon: kooperativ beslutningstaking)

De kontekstvariablene som i hovedsak har en innvirkning på om et program for risikokommunikasjon lykkes eller mislykkes er (Aven & Renn, 2010 s. 161):

- Nivået risikodebatten foregår på
- Ulike typer publikum
- Subkulturelle prototyper

Vi vil her ikke gå nærmere inn på de to siste variablene, men vil kort nevne tre ulike nivåer som kommunikasjon, eller debatt, om risiko kan foregå på, basert på Renn (2008); se Tabell 2. Risikokommunikasjonens funksjon på det første nivået er å gi et mest mulig nøyaktig bilde av faktakunnskap, inkludert håndtering av gjenværende usikkerheter. Selv om målet her er informasjonsoverføring, så er det behov for forsøk på toveiskommunikasjon for å sikre at budskapet er forstått og at publikums «tekniske» bekymringer har blitt adressert. Det neste nivået av risikokommunikasjon er mer intenst og handler om institusjonell kompetanse til å håndtere risiko. Fokus på dette nivået er på fordeling av risiko og fordeler/nytte, og på troverdigheten til de institusjonene som driver risikostyringen. På det tredje nivået handler debatten om sosiale verdier og kulturelle livsstiler, og deres innvirkning på risikostyringen. På dette nivået er det behov for ukonvensjonelle former for interessentinvolvering, som mekling, borgerpanel og åpne fora.

Tabell 2 De tre nivåene av risikodebatt og deres kommunikasjonsbehov og kriterier
(Renn, 2010 s. 245).

Nivå	Konfliktproblem	Kommunikasjonsbehov	Evaluering
1	Teknisk ekspertise	Informasjons-overføring	Tilgang til publikum Forståelighet Oppmerksomhet overfor publikums bekymringer Anerkjennelse av innrammingsproblemer
2	Erfaring, troverdighet og ytelse	Dialog med interessenter og publikum	Samsvar mellom publikums forventninger Åpenhet for krav fra publikum Jevnlige konsultasjoner Omforente prosedyrer for krisesituasjoner
3	Verdier og verdenssyn	Dialog og mekling	Rettferdig representasjon av alle påvirkede parter Frivillig enighet om å følge reglene for rasjonell diskurs Inkludering av beste tilgjengelige ekspertise Klart mandat og legitimering

Når det gjelder å håndtere publikums persepsjoner/oppfatninger om risiko så gir Tabell 3 en oversikt over kvalitative karakteristika som påvirker risikotoleranse(/-aksept).

Tabell 3 Oversikt over kvalitative karakteristika som påvirker risikotoleranse (Renn, 2008; tilpasset fra Renn, 1990).

Kvalitative karakteristika	Retning av påvirkning
Personlig kontroll	Øker risikotoleranse
Institusjonell kontroll	Avhenger av tillit til institusjonell ytelse
Frivillighet	Øker risikotoleranse
Kjennskap/fortrolighet	Øker risikotoleranse
Frykt	Senker risikotoleranse
Skjev/urettferdig fordeling av risiko og fordeler	Avhenger av individuell nytte; sterkt sosialt incentiv for å forkaste risiko
Risikokildens kunstighet	Forsterker oppmerksomhet mot risiko; senker ofte risikotoleranse
Skyld	Øker søken etter sosiale og politiske responser

Når det gjelder det å oppnå tillit og troverdighet, jf. punkt 2) i listen innledningsvis i kapittel 4, kan det pekes på syv komponenter av tillit; se Tabell 4.

Tabell 4 Komponenter av tillit (Renn, 2008; tilpasset fra Renn & Levine 1991).

Komponent	Beskrivelse
Oppfattet kompetanse	Grad av teknisk ekspertise i møte med institusjonelt mandat
Objektivitet	Fravær av skjevhet/partiskhet (bias) i informasjon og ytelse som oppfattet av andre
Rettferdighet	Anerkjennelse og adekvat representasjon av alle relevante synspunkter
Konsistens	Forutsigbarhet av argumenter og atferd basert på tidligere erfaring og tidligere kommunikasjonsinnsats
Oppriktighet	Ærlighet og åpenhet
Empati	Grad av forståelse og solidaritet med potensielle risiko-ofre
Tillit	Oppfattelse av velvilje i opptreden og kommunikasjon

Når det gjelder funksjonen å endre individers atferd, jf. punkt 3) i listen innledningsvis i kapittel 4, så har følgende faktorer blitt funnet å forbedre graden av overbevisning i kommunikasjon (Renn, 2008 s. 231):

- Hvor attraktiv (i bred forstand) kilden til informasjon er
- Mottakerens sympati eller empati for kilden
- Kildens troverdighet
- Mistanke om ærlige motiver
- Høy sosial status eller kommunikasjonsmakt hos kilden til kommunikasjon

Faktorene ovenfor fremstår gjerne som intuitivt plausible, mens noen kanskje kontraintuitive faktorer er (Renn, 2008 s. 231-232):

- Kilder med høy troverdighet, slik som forskere og opinionsledere, produserer mer endring i opinion, men ingen endring i læring av budskapet
- Oppfattet ekspertise avhenger av mange faktorer (inkludert status, utdanning, oppfatning av teknisk autoritet, alder og sosial klasse)
- Å eksplisitt uttrykke intensjonen om å overbevise er vanligvis mer effektivt enn å skjule en slik intensjon og overlate til publikum å dra sine egne slutninger
- Oppfattet rettferdighet og sosial status kan kompensere for mangel på objektivitet
- Å være eksplisitt når konklusjoner dras og å presentere motargumenter har vist seg å være mer effektivt enn å operere med implisitte konklusjoner eller å presentere bare en side av historien
- Oppfatninger om at mål og motiver hos kilden tjener en felles interesse eller refererer til høyt respekterte sosiale verdier, slik som beskyttelse av miljøet eller folkehelse, styrker publikums tillit til kommunikatoren, men forsterker mistillit dersom oppgaveytelsen er svak
- Enighet om å være lydhør for mislikte kilder øker sannsynligheten for holdningsendring
- Reversering av troverdighet kan oppstå

Innsiktene som faktorene ovenfor gir kan være nyttige i design av kommunikasjonsprogrammer og for å trene de som skal kommunisere risiko. Imidlertid er disse resultatene kommet frem til i relativt kunstige laboratoriemiljøer og er kanskje ikke gyldige for en spesifikk arena for risikokommunikasjon (Renn, 2008). Videre refererer de fleste av disse innsiktene til endringer i holdning, ikke til endringer i atferd. Å endre atferd gjennom informasjon er vanskeligere enn å endre holdninger. Tre faktorer er avgjørende for å øke sannsynligheten for atferdsendringer (Renn, 2008 s. 239):

- *Kontinuerlig overføring av den samme informasjonen* også etter at en positiv holdning til å gjennomføre tiltak har oppstått (behov for konstant forsterkning).
- *Utvetydig støtte til de mest relevante informasjonskildene* for atferdsendringen det argumenteres for i kommunikasjonsprosessen (behov for konsistent og konsensuell informasjon).
- *Adoptering av atferdsendringer hos høyt respekterte referansegrupper eller rollemodeller* (sosialt incentiv for imitasjon).

Når det gjelder involvering av interessenter i kommunikasjonsprosessen, dvs. punkt 4) i listen innledningsvis i kapittel 4, så påvirkes behovet for involvering av ulike aktører i særlig grad av hva slags type risikoproblem en står ovenfor. En idealisert klassifisering av risikoproblemer er (Aven & Renn, 2010 s. 183-184):

- Ved *enkle risikoproblemer*, kjennetegnet av opplagte konsekvenser, lave gjenværende usikkerheter, og ingen kontroversielle verdier involvert, slik som ved mange frivillige risikoer, for eksempel røyking, så er relevante aktører ansatte i direktorater o.l., direkte berørte grupper (slik som produkt- eller aktivitetstilbydere), og personell satt til å håndheve regelverk knyttet til produktet/aktiviteten. Overvåking av utfall er viktig siden risikoproblemet kan utvikle seg til å bli mer komplekst, usikkert eller tvetydig enn opprinnelig vurdert.
- Ved *komplekse risikoproblemer*, kjennetegnet ved utilstrekkelig kunnskap om koherens/konsistens i risikobeskrivelser, for eksempel når det er god kunnskap om risikokilder isolert sett men der mekanismene ved eksponering for flere risikokilder er komplekse, så bør personell fra direktorater o.l. innenfor ulike vitenskapelige disipliner og andre eksperter fra academia, myndigheter og sivilsamfunnet for øvrig involveres.
- Ved *risikoproblemer kjennetegnet ved stor usikkerhet*, der det er ekstremt vanskelig å predikere forekomsten av hendelser og/eller deres konsekvenser, for eksempel naturkatastrofer slik som tsunamier, oversvømmelser og jordskjelv, så er det ikke lenger tilstrekkelig å inkludere eksperter, men også beslutningstakere og hoved-interessenter, for å komme frem til konsensus om ekstra sikkerhetsmarginer.
- Ved *risikoproblemer kjennetegnet ved høy tvetydighet*, for eksempel spørsmål om genmodifisert mat, er det behov for en svært inkluderende strategi, for eksempel ikke bare direkte berørte grupper men også indirekte berørte grupper.

I vedlegget til dette notatet utdypes betydningen av begrepet risikoforståelse, og det gjengis en kunnskapsoppsummering av risikokommunikasjon til publikum/allmennheten, herunder planlegging av risikokommunikasjonsinnsats, utforming av risikokommunikasjonsbudskap, og interessentdeltakelse.

5. Referanser

Aven, T. (2014). Risk, surprises and black swans: Fundamental ideas and concepts in risk assessment and risk management. Routledge.

Amundrud, Ø., & Aven, T. (2015). On how to understand and acknowledge risk. *Reliability Engineering & System Safety*, 142, 42-47.

Aven, T. (2013). Practical implications of the new risk perspectives. *Reliability Engineering & System Safety*, 115, 136-145.

Aven, T. (2015). *Risikostyring*. 2. utg. Universitetsforlaget.

Aven, T., & Renn, O. (2010). *Risk Management and Governance. Concepts, Guidelines and Applications*. Berlin: Springer.

Aven, T., & Vinnem, J. E. (2005). On the use of risk acceptance criteria in the offshore oil and gas industry. *Reliability Engineering & System Safety*, 90(1), 15-24.

Berner, C., & Flage, R. (2016). Strengthening quantitative risk assessments by systematic treatment of uncertain assumptions. *Reliability Engineering & System Safety*, 151, 46-59.

Bier, V. M. (2001). On the state of the art: risk communication to the public. *Reliability Engineering & System Safety*, 71(2), 139-150.

Bjerga T, Aven T & Flage R. (2017) Completeness uncertainty: Conceptual clarification and treatment. In T. Aven & E. Zio (Eds.), *Knowledge in Risk Assessments*. Wiley.

DNV GL (2016). Enabling confidence: addressing uncertainty in risk assessments. DNV GL Strategic Research & Innovation position paper. Tilgjengelig fra: <https://www.dnvgl.com/oilgas/download/position-paper-enabling-confidence-addressing-uncertainty-in-risk-assessment.html>

Flage, R., & Aven, T. (2009). Expressing and communicating uncertainty in relation to quantitative risk analysis. *Reliability & Risk Analysis: Theory & Application*, 2(13), 9-18.

Funtowicz, S. O., & Ravetz, J. R. (1990). *Uncertainty and Quality in Science for Policy*. Springer.

ISO 31000 (2009). *Risk Management – Principles and Guidelines*.

NORSOK Z-013 (2010). *Risk and Emergency Preparedness Assessment*. Standard Norge.

Petroleumstilsynet (u.å.) Risiko og risikoforståelse. Tilgjengelig fra: <http://www.ptil.no/risiko-og-risikoforstaelse/risiko-og-risikoforstaelse-article9600-823.html>.

Renn, O. (2008). *Risk Governance: Coping with Uncertainty in a Complex World*. Earthscan.

SRA (2015). SRA glossary. Society for Risk Analysis. Tilgjengelig fra: <http://www.sra.org/sites/default/files/pdf/SRA-glossary-approved22june2015-x.pdf>.

6. Vedlegg: Bakgrunn om risiko

6.1 Moderne perspektiver på risiko

Risikobegrepet kan defineres på mange ulike måter, og forskjellige fagområder og tradisjoner har ulike måter å tilnærme seg risiko på (Aven, 2015b). To brede kategorier av risikodefinsjoner er:

- Risiko definert ved sannsynlighet
- Risiko definert ved usikkerhet

Society for Risk Analysis sin ordliste (SRA, 2015) omfatter begge disse kategoriene i sin definisjon av risiko, ved at det skilles mellom overordnede kvalitative definisjoner og tilhørende målinger. Dermed blir det et skille mellom risiko som konsept, definert ved usikkerhet, og ulike risikobeskrivelser, herunder risikoindekser, definert ved sannsynlighet. Ordlisten åpner også for ulike definisjoner/perspektiver, så lenge disse møter noen grunnleggende kriterier, slik som å være logiske, veldefinerte, forståelige, presise, osv. Oppsettet for risikodefinsjonen i ordlisten er som følger (SRA, 2015 s. 3):

Vi vurderer en fremtidig aktivitet [tolket i vid forstand som å dekke, for eksempel, naturfenomener], for eksempel drift av et system, og definerer risiko i forhold til konsekvensene (effektene, implikasjonene) av denne aktiviteten med hensyn til noe som mennesker verdsetter. Konsekvensene er ofte sett i forhold til noen referanseverdier (planlagte verdier, målsetninger, osv.), og fokus er ofte på negative, uønskede konsekvenser. Det er alltid minst ett utfall som anses som negativt eller uønsket.

Først gis følgende overordnede kvalitative definisjoner av risikokonseptet (SRA, 2015 s. 3):

- a) Risiko er muligheten for en uheldig forekomst.
- b) Risiko er potensialet for realisering av uønskede, negative konsekvenser av en hendelse
- c) Risiko er eksponering for en proposisjon (for eksempel at et tap inntreffer) som man er usikker om
- d) Risiko er konsekvensene av aktiviteten og tilhørende usikkerheter
- e) Risiko er usikkerhet om og alvorlighetsgrad av konsekvensene av en aktivitet med hensyn til noe som mennesker verdsetter
- f) Risiko er forekomsten av noen spesifiserte konsekvenser av aktiviteten og tilhørende usikkerheter
- g) Risiko er avviket fra en referanseverdi og tilhørende usikkerheter

Merk at alle definisjonene ovenfor er formulert ved usikkerhet, eventuelt ved andre begreper som innebærer en tilstand av usikkerhet, slik som «mulighet» eller «potensial». Derneft gis blant annet følgende definisjoner av risikoindekser/-beskrivelser (SRA, 2015 s. 3-4):

1. Kombinasjonen av sannsynlighet og omfang/alvorlighetsgrad av konsekvenser

2. Kombinasjonen av sannsynligheten for at en fare inntreffer og en sårbarhetsindeks gitt at faren inntreffer
3. Tripletten (s_i, p_i, c_i) , hvor s_i er det i 'te scenariet, p_i er sannsynligheten for dette scenariet, og c_i er konsekvensen av det i 'te scenariet, $i = 1, 2, \dots, N$.
4. Tripletten (C', Q, K) , hvor C' er noen spesifiserte konsekvenser, Q et mål på usikkerhet knyttet til C' (typisk sannsynlighet), og K bakgrunnskunnskapen som støtter C' og Q (som inkluderer en vurdering av styrken til denne kunnskapen)
5. Forventede konsekvenser (skade, tap)

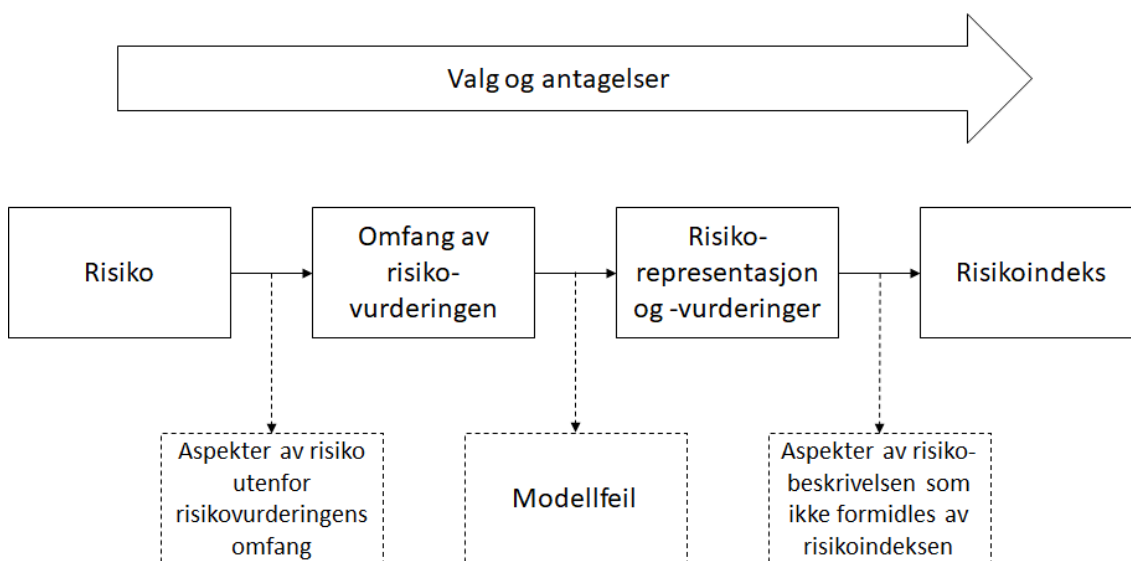
For eksempel beregnet som

- i. Forventet antall dødsfall i en periode på ett år (Potential Loss of Life, PLL) eller forventet antall dødsfall per 100 millioner timer med eksponering (Fatal Accident Rate, FAR)
- ii. $P(\text{fare inntreffer}) \times P(\text{eksponering av objekt} \mid \text{fare inntreffer}) \times E[\text{skade} \mid \text{fare og eksponering}]$, det vil si produktet av sannsynligheten for at faren inntreffer og sannsynligheten for at det aktuelle objektet blir eksponert gitt faren, og den forventede skaden gitt at faren inntreffer og at objektet er eksponert
- iii. Forventet negativ nytte

Både usikkerhetsbaserte og sannsynlighetsbaserte definisjoner er altså «gyldige» ifølge Society for Risk Analysis sin ordliste, men førstnevnte innebærer definisjoner av risiko som konsept, mens sistnevnte utgjør risikoindeks/-beskrivelser. Ordlisten (SRA, 2015) kommenterer at egnetheten til en gitt risikoindeks/-beskrivelse avhenger av situasjonen, og at ingen av disse kan ses på som risiko som sådan. For eksempel kan forventede konsekvenser være informative for store populasjoner og for individuell risiko, men ikke ellers.

Figur 6-1 viser hvordan man gjennom valg og antagelser «mister» aspekter av risiko i løpet av overgangen fra risiko som konsept til en bestemt risikoindeks. «Tapet» som skjer i overgangen fra risiko som konsept, til risiko innenfor omfanget av risikoanalysen, ble eksemplifisert i notatets hovedtekst, hvor utfallet «dødsfall av dyr» falt utenfor risikoanalysens omfang, men ville vært relevant dersom omfanget av risikoanalysen hadde vært større. Videre skjer det et «tap» i overgangen fra risiko innenfor omfanget av risikoanalysen til ulike former for risikorepresentasjoner og -vurderinger. For eksempel kan det i risikoanalysen være brukt en modell som beskriver risiko som ulike scenarioer, tilhørende sannsynligheter og konsekvensmål (dvs. risikobeskrivelse av type 3 i listen ovenfor). En modell er, som beskrevet i notatets hoveddel, en forenklet representasjon av et objekt, og vil dermed per definisjon ikke dekke for eksempel alle relevante risikokilder. Også dette ble eksemplifisert i notatets hoveddel, hvor risikokilden «vedlikehold» ikke var inkludert i modellen for hendelsen «isfall fra tårn». Usikkerhet knyttet til om en risikobeskrivelse er komplett kalles gjerne kompletthetsusikkerhet, men som vist i Bjerga et al. (2017) kan kompletthetsusikkerhet ses på og håndteres som en type modellusikkerhet. Vi kan altså karakterisere det at risikokilden «vedlikehold» manglet fra risikobeskrivelsen som en type modellfeil. Til slutt, anta at risikobeskrivelsen som dekker scenarioer, sannsynligheter og konsekvensmål brukes til å beregne en sannsynlighetsfordeling for konsekvensene, for eksempel en sannsynlighetsfordeling for antall omkomne, som igjen brukes til å beregne

forventet antall omkomne. Det skjer her et «tap» av informasjon om risiko i begge ledd. En forventningsverdi inneholder mindre informasjon enn en sannsynlighetsfordeling, som igjen inneholder mindre informasjon om risiko enn hele risikobeskrivelsen, herunder modellen nevnt ovenfor.



Figur 6-1: *Overgangen fra risiko til risikoindeks, via omfang av risikovurderingen og risikorepresentasjon og -vurderinger (figur basert på figur i DNV GL, 2016).*

6.2 Beskrivelse av risiko

Komponentene i risikobeskrivelsen er omtalt overordnet i notatets hoveddel. Her i vedlegget beskrives ytterligere metoder og betingelser/kriterier for å vurdere kunnskapsstyrke.

Et alternativ til å klassifisere kunnskapsstyrken som «sterk», «moderat» eller «svak», som beskrevet i notatets hoveddel, er å anvende et matriseforformat som brukes innenfor notasjonssystemet NUSAP. Dette systemet ble utviklet av Funtowicz & Ravetz (1990), for å støtte beslutninger om politikkutforming når beslutningene skal baseres på vitenskapelig informasjon. NUSAP er en forkortelse for Numeral, Unit, Spread, Assessment og Pedigree, altså for numerisk størrelse, enhet, spredning, vurdering og «stamtavle». Disse elementene angir et format for å presentere usikkerhetsvurderinger basert på vitenskapelig informasjon. Tabell 5 viser hvordan prediksjon og usikkerhetsvurdering av mengde is som kastes/faller fra en vindturbin i løpet av et år kan fremstilles iht. NUSAP notasjonssystem. Anta at punktprediksjonen er 8.800 kg per år, og videre at det vurderes at med høy sannsynlighet – her forstått som kunnskapsbasert sannsynlighet større enn 90 % – vil den faktiske mengden være mellom 7.500 og 10.000 kg per år. Til slutt presenteres en vurdering av grunnlaget («stamtavlen») til disse tallene/vurderingene. Anta at scoringen er (3,2,3,4), som da indikerer (med Tabell 6 som referansepunkt) at vurderingene er basert på en teoretisk basert modell og beregnede data, samt at aksepten for disse er høy blant fagfeller og at alle andre enn «raringer» ville kunne bidra til konsensus om bruken av disse.

Tabell 5 Prediksjon og usikkerhetsvurdering iht. NUSAP notasjonssystem for mengde is som kastes/faller fra vindturbin.

NUSAP-element	Verdi/score
Numeral	8.800
Unit	kg/år
Spread	[7.500, 10.000]
Assessment	Høy (> 90 % sannsynlighet)
Pedigree	(3,2,3,4)

Tabell 6 Eksempel på "stamtavle»-/«pedigree»-matrise (Funtowicz & Ravetz, 1990).

Score	Teoretiske strukturer	Inngangsdata	Aksept blant fagfeller	Kollegakonsensus
4	Etablert teori	Eksperimentelle data	Total	Alle andre enn «raringer»
3	Teoretisk basert modell	Historiske/felt-data	Høy	Alle andre enn rebeller
2	Beregningsmodell	Beregnete data	Middels	Konkurrerende skoler
1	Statistisk prosessering	Kvalifiserte gjetninger	Lav	Embryonisk felt
0	Definisjoner	Ikke-kvalifiserte gjetninger	Ingen	Ingen formening

Et annet alternativ til å klassifisere kunnskapsstyrken som «sterk», «moderat» eller «svak», som beskrevet i notatets hoveddel, er å overføre de betingelsene/kriteriene for å vurdere kunnskapsstyrke som ble presentert i notatets hoveddel til matriseformat, som vist i Tabell 7. Hvert aspekt (dvs. hhv. fenomener, data, ekspertvurderinger, antagelser) får en score fra 1 til 3. Videre kan den overordnede klassifiseringen av kunnskapsstyrke nyanseres, fra tre trinn (sterk/moderat/svak) til fem trinn:

- Sterk: Alle (relevante) aspekter er klassifisert som sterk
- Moderat-sterk (eller sterk-moderat): Minst ett aspekt er klassifisert som sterk, og ingen aspekter er klassifisert som svak
- Moderat: Alle (relevante) aspekter er klassifisert som moderat
- Moderat-svak (eller svak-moderat): Minst ett aspekt er klassifisert som svak, men ikke alle
- Svak: Alle (relevante) aspekter er klassifisert som svak

Tabell 7 Kriterier for klassifisering av kunnskapsstyrke (Flage & Aven, 2009) på matriseformat.

Kunnskapsstyrke	Fenomener	Data	Ekspertvurderinger	Antagelser
Sterk (3)	Fenomenene som er involvert er god forstått; modellene som brukes er kjent for å gi prediksjoner med tilstrekkelig nøyaktighet.	Store mengder pålitelige data er tilgjengelige.	Det er bred enighet blant eksperter.	Antagelsene som er gjort anses som svært rimelige.
Moderat (2)	Betingelser mellom sterk (3) og svak (1); for eksempel, fenomenene er godt forstått, men modellene som er brukt anses enkle/grove	Betingelser mellom sterk (3) og svak (1); for eksempel, noe pålitelig data er tilgjengelig	Betingelser mellom sterk (3) og svak (1)	Betingelser mellom sterk (3) og svak (1)
Svak (1)	Fenomenene som er involvert er ikke godt forstått; modeller er ikke-eksisterende eller kjent for/trodd å gi dårlige prediksjoner	Data er ikke tilgjengelig eller upålitelige	Det er mangel på enighet/konsensus blant eksperter	Antagelsene som er gjort representerer sterke forenklinger

En alternativ presentasjon av en sammensatt risikoindeks (jf. notatets hoveddel) kan da se ut som illustrert i Tabell 8. Dette formatet gjør det tydeligere i kommunikasjonen av risikobeskrivelsen hvorfor kunnskapsstyrken er klassifisert som den er. For IR-verdien i

Tabell 8 er det for eksempel klart at det er datamangel som gjør at klassifiseringen av kunnskapsstyrke tenderer mot svak.

Tabell 8 Sammensatt risikoindeks med alternativ fremstilling av kunnskapsstyrke-indeks.

Probabilistisk risikoindeks	Kunnskapsstyrke-indeks
$IR = 1 \times 10^{-4}$	(2,1,2,2) = Moderat-svak
FAR = 5	(3,2,3,2) = Moderat-sterk

6.3 Risikoaksept

Med risikoaksept kan forstås en holdning som uttrykker at risikoen vurderes akseptabel av en bestemt person eller gruppe (SRA, 2015). En vanlig måte i praksis å håndtere spørsmål om risikoaksept er ved å spesifisere risikoakseptkriterier før risikoanalysen gjennomføres, der et risikoakseptkriterium kan forstås som følger (Aven, 2015b s. 122):

Et risikoakseptkriterium (angitt som en øvre grense for risiko) angir et område som er slik at dersom den beregnede risikoen faller innenfor dette området, vurderes risikoen som uakseptabel og tiltak er påkrevd.

Bruken av risikoakseptkriterier er prinsipielt problematisk; for eksempel (Aven & Vinnem, 2005 s. 15):

- Introduksjon av forhåndsbestemte kriterier kan gi feil fokus – på å møte disse kriteriene heller enn på å oppnå gode og kostnadseffektive løsninger og tiltak.
- Risikoanalyser – verktøyene som brukes for å sjekke om kriteriene er møtt – har generelt ikke et tilstrekkelig presisjonsnivå for en slik mekanisk bruk av kriteriene.

På den annen side er det i praksis nødvendig å gjøre visse avveininger, slik at en modifisert holdning kan være at kriterier i form av øvre grenseverdier for risiko ikke brukes, men at konkrete krav på lavere nivå brukes for å spesifisere konkrete løsninger og tiltak, for å lette planprosesser, men med fokus på å unngå sub-optimalisering; se Aven (2015b kap. 6).

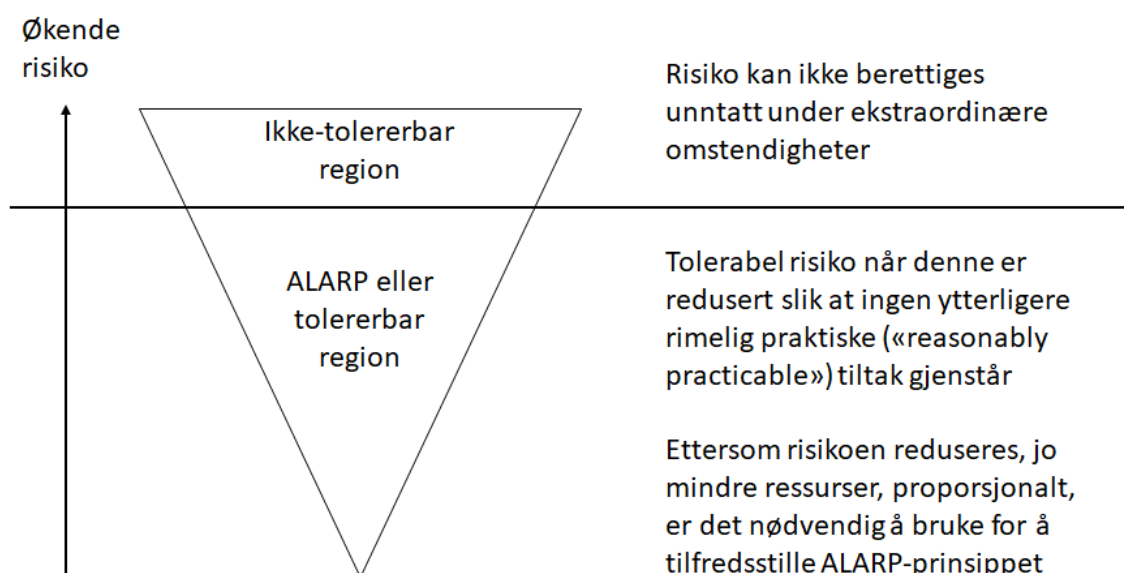
Dersom det er frekvenssannsynligheter som ligger til grunn for risikoindeksen, så anses/antas denne indeksen som beskrevet i notatets hoveddel å ha en sann men ukjent/usikker verdi, risikoanalysen produserer et estimat av denne verdien, og det er usikkert hvor nær den sanne verdien estimatet ligger. Dette betyr at dersom den estimerte risikoindeksen er lavere enn risikoakseptkriteriet, så er det ikke rett frem å konkludere at risikoen er akseptabel. For eksempel, dersom risikoakseptkriteriet sier at individuell risiko (IR) skal være lavere enn 1×10^{-3} , og risikoanalysen produserer estimatet $IR^* = 9 \times 10^{-4}$, så er det ikke dermed bevist at risikoakseptkriteriet er oppfylt. Kriteriet krever at $IR < 1 \times 10^{-3}$, men analysen har bare etablert at $IR^* < 1 \times 10^{-3}$.

Dersom en sammensatt risikoindeks benyttes, som kombinerer en probabilistisk risikoindeks basert på kunnskapsbetingede sannsynligheter med en kvalitativ vurdering

av kunnskapsstyrke (jf. notatets hoveddel), så kan følgende justering av standard fremgangsmåte implementeres (Aven, 2013 s. 141):

1. Dersom risikoen er funnet akseptabel i henhold til sannsynlighet [probabilistisk risikoindeks] med stor margin, vurderes risikoen som akseptabel med mindre styrken av kunnskapen er svak (i så tilfelle bør ikke en sannsynlighetstilnærming tillegges særlig vekt).
2. Dersom risikoen er funnet akseptabel i henhold til sannsynlighet, og kunnskapen er sterk, så vurderes risikoen som akseptabel.
3. Dersom risikoen er funnet akseptabel i henhold til sannsynlighet med moderate eller små marginer, og kunnskapsstyrken ikke er sterk, så vurderes risikoen som uakseptabel og tiltak er nødvendig for å redusere risikoen.
4. Dersom risikoen er funnet uakseptabel i henhold til sannsynlighet, så vurderes risikoen som uakseptabel og tiltak er nødvendig for å redusere risikoen.

Et alternativ til en tilnærming basert (utelukkende) på risikoakseptkriterier er en tilnærming basert på det såkalte ALARP-prinsippet, enten i kombinasjon med risikoakseptkriterier eller alene. ALARP står for As Low as Reasonably Practicable, og ALARP-prinsippet sier at risikoen skal reduseres så langt praktisk mulig, der «praktisk mulig» ses i forhold til alle de andre fordelene (godene) og ulempene ved alternativet. ALARP-prinsippet innebærer en såkalt «omvendt bevisbyrde», slik at identifiserte tiltak skal implementeres med mindre det kan dokumenteres at det er et urimelig misforhold («gross disproportion») mellom kostnader/ulempene og nytte. En ALARP-prosess innebærer både kvalitative og kvantitative betraktninger, og strekker seg slik sett ut over kost-nytte-analyser. Figur 6-2 illustrerer ALARP-prinsippet i kombinasjon med risikoakseptkriterier, slik det er implementert i norsk petroleumslovgivning. Over risikoakseptkriteriet vurderes risikoen som uakseptabel, mens under akseptkriteriet vurderes den som akseptabel såfremt risikoen er redusert iht. ALARP-prinsippet.



Figur 6-2: ALARP-prinsippet slik det er implementert i norsk petroleumslovgivning (figur basert på figur i NORSOK Z-013).

6.4 Risikoforståelse og risikokommunikasjon

6.4.1 Risikoforståelse

Betydningen av begrepet risikoforståelse avhenger av hvilket risikoperspektiv som inntas. I dette delkapittelet, som er basert på Amundrud & Aven (2015), gjennomgås implikasjoner av ulike risikoperspektiver på betydningen av risikoforståelse. I tillegg presenteres et sett kriterier til bruk i vurderinger av om risikoforståelsen er «god nok».

For et sannsynlighetsbasert risikoperspektiv, hvor risiko defineres som kombinasjonen av konsekvensene av aktiviteten og tilhørende sannsynligheter, og der disse sannsynlighetene forstås å uttrykke en objektiv «tilbøyelighet» ved aktiviteten, så kan risikoforståelse ses på som det å ha kunnskap om den sanne risikoen, om de underliggende sannsynlighetene som antas å karakterisere aktiviteten. Denne kunnskapen kan for eksempel være et resultat av å ha store mengder relevante data som man tror gir nøyaktige estimater av sannsynlighetene. Risikoforståelse kan her også bety å ha kunnskap om hvilke aspekter av aktiviteten som bidrar mest til risiko.

Innenfor et usikkerhetsbasert risikoperspektiv kan risikoforståelse ses i forhold til de ulike komponentene av risikobeskrivelsen, dvs. spesifiserte konsekvenser, usikkerhetsmål og bakgrunnskunnskap; jf. notatets hoveddel. At en risikoanalytiker har en god risikoforståelse når det gjelder de spesifiserte konsekvensene betyr at vedkommende vet hvilke hendelser som kan skje, og hva slags type konsekvenser/utfall disse kan føre til; at vedkommende har modeller som kan nøyaktig predikere konsekvensene gitt at spesifikke hendelser inntreffer. Motsatt kan risikoanalytikeren sies å ha dårlig risikoforståelse dersom vedkommende ikke er klar over alle typer farer, eller dersom de tilgjengelige modellene ikke gir nøyaktige prediksjoner. Videre har risikoanalytikeren god risikoforståelse dersom vedkommende klarer å uttrykke usikkerhet og grad av tro ved hjelp av usikkerhetsmålet, basert på bakgrunnskunnskapen. For eksempel, dersom sannsynligheter benyttes så har analytikerne en klar fortolkning av disse og vet hvordan sannsynligheter angis basert på modeller, data og ekspertvurderinger. Risikoanalytikeren vet også hvordan gjøre beregninger med usikkerhetsmålet, og dersom frekvensfortolkede sannsynligheter brukes for å representere variasjon så vet analytikeren hvordan disse relaterer seg til kunnskapsbaserte sannsynligheter. Når det gjelder bakgrunnskunnskapen, så har risikoanalytikeren en god risikoforståelse dersom tilstrekkelig og relevant data og informasjon om hendelsene og konsekvensene er tilgjengelig, dersom modellene anses som adekvate for formålet, og dersom bakgrunnskunnskapen anses å være sterk. I tillegg innebærer god risikoforståelse at risikoanalytikerne forstår hva de overordnede risikoresultatene sier, hva begrensningene er, og hvordan resultatene kan anvendes på en meningsfylt måte. Analytikeren vil eksempelvis være i stand til å gi begrunnelser for hvilke aspekter av aktiviteten som bidrar mest til risiko, hvor det største potensialet for forbedringer mht. risiko er, osv.

En bred forståelse av begrepet risikoforståelse, som beskrevet i avsnittet ovenfor, kan også anvendes ift. et sannsynlighetsbasert risikoperspektiv av typen beskrevet ovenfor, dersom fokus er på usikkerhetsmål for de ukjente sannsynlighetene og dersom bakgrunnskunnskapen fokuseres.

Det kan ikke gis et klart svar på når risikoforståelsen er «god nok», og når den er svak og uakseptabel. Imidlertid kan noen kriterier fremsettes for bruk i en sjekklister for å sikre et høyt nivå av risikoforståelse:

- 1) Har det relevante analysepersonalet den nødvendige generelle kompetanse for å gjennomføre analysen på en adekvat måte?
- 2) Er relevante interne eksperter konsultert?
- 3) Er relevante eksterne eksperter konsultert?
- 4) Er analysen gjennomført i tråd med gjeldende metoder og prosedyrer?
- 5) Er kunnskapen som støtter vurderingene om risiko tilstrekkelig sterk?
- 6) Er gjeldende metoder og prosedyrer tilstrekkelig informative?

6.4.2 Risikokommunikasjon

I en oversiktsartikkel beskriver Bier (2001) det som anses å være «state of the art» når det gjelder risikokommunikasjon til publikum/allmennheten. De oppsummerte funnene er oversatt og gjengitt nedenfor. Konteksten og eksemplene som benyttes er hentet fra USA og kjernekraftindustrien, men prinsippene er de samme for ulike anvendelser, eksempelvis vindkraft.

«Planlegging av risikokommunikasjonsinnsatser

Planleggingsfasen av en risikokommunikasjonsinnsats bør involvere avklaringer av:

1. Juridiske krav eller organisasjonspolitikk som begrenser utformingen av risikokommunikasjonsbudskapet og/eller -formatet.
2. Formålet med risikokommunikasjonen; for eksempel:

øke bevisstheten om en fare (eksempel: varsling av medisinske fagfolk om mulige farer relatert til strålebehandling);

utdanne folk (eksempel: designe et nettsted for å svare på vanlige spørsmål om kjernekraft);

motivere folk til å gjennomføre tiltak (eksempel: oppmuntre folk til å redusere nivåene av radon hjemme);

komme til enighet om en kontroversiell sak (eksempel: avgjøre om man skal godkjenne plassering av et lagringsanlegg for kjernefysisk avfall);

få folks tillit (eksempel: fremlegge bevis for at et bestemt anlegg eller industri har operert trygt).

3. Ulike strategier for risikokommunikasjon passer for ulike formål. Velg en strategi som passer for formålet; for eksempel:

enkle, livlige/kraftige meldinger for å øke bevisstheten om en fare;

forklarende verktøy som diagrammer, skisser og analogier for å utdanne folk;

overtalelseteknikker for å motivere folk til handling;

prosesser for interessentdeltakelse for å komme til enighet om kontroversielle saker;

mekanismer som lar folk overvåke potensielt farlige situasjoner for å bygge tillit.

4. Egenskapene til publikum for risikokommunikasjonen; for eksempel:
 - publikummets nivå av kunnskap og utdanning;
 - publikumets mentale modeller, holdninger og oppfatninger om saken det gjelder;
 - publikumets nivå av mottakelighet og åpenhet for ideene som blir kommunisert;
 - publikumets bekymringer rundt problemet.
5. Kilder til publikumsinformasjon inkluderer fokusgrupper, undersøkelser, offentlige talspersoner, samt artikler og bøker som beskriver publikums synspunkter.

Utforming av risikokommunikasjonsbudskap

Se på risikokommunikasjon som en mulighet til å demonstrere troverdighet og en åpen, ansvarlig og omsorgsfull holdning.

Lytt til publikums bekymringer før det gjøres forsøk på å gi ny informasjon.

Bruk risikosammenligninger med forsiktighet:

1. Vurder å presentere sammenligninger av samme risiko på forskjellige tidspunkter (for eksempel for noen år siden versus nå), sammenligninger med andre årsaker til samme sykdom eller skade, og sammenligninger med ikke-relaterte risikoer, som for eksempel risiko for å treffes av lynet.
2. Unngå sammenligninger med risikoer som vanligvis anses som trivielle, slik som risikoen ved å spise noen spiseskjeer med peanøttsmør.
3. Pilottest risikokommunikasjonsbudskapene (spesielt risikosammenligninger) på et begrenset publikum før de anvendes bredere, for å sikre at de er enkle å forstå og ikke feiltolkes. Dette er spesielt viktig i situasjoner med mistillit.

Egenskaper ved risikoinformasjon som kan medføre utfordringer for publikums forståelse, og mulige strategier for å håndtere disse utfordringene, inkluderer:

1. Bruk av små sannsynligheter
 - Vurder å bruke grafiske representasjoner for å illustrere hvor liten en sannsynlighet er.
2. Bruk av ukjente begreper, eller begreper med ukjente betydninger (*eksempler: "radionuklider", radioaktive "kilder", "moderatoren" i en reaktor*)
 - Gi eksempler som illustrerer både hva et begrep betyr og hva det ikke betyr, for å sikre at målgruppens medlemmer forstår definisjonen, og kan bruke den riktig.
3. Forklaringer på komplekse fenomener (*eksempler: radioaktiv nedbrytning, radioaktiv deponering, design og drift av sikkerhetssystem*)

Bruk forklarende verktøy som diagrammer, skisser og analogier for å sikre at medlemmer av publikum utvikler nøyaktige mentale modeller av fenomenet.

4. Misoppfatninger eller feil intuisjoner hos publikum

Anerkjenn at publikums misoppfatninger eller deres intuisjon er plausible (*eksempel: "siden testing er en god ting, er det naturlig å tro at mer testing alltid er bedre"*).

Påpek hvorfor publikums oppfatning er unøyaktig eller ufullstendig (*eksempel: "testing er noen ganger bortkastet på komponenter som ikke er veldig viktige mht. risiko"*).

Presenter en korrekt forklaring, og vis hvorfor den unngår manglene eller svakhetene i publikums opprinnelige synspunkt (*eksempel: "å bli bedre på å fokusere testinnsats på de komponentene som er viktigst mht. risiko kan forbedre sikkerheten samtidig som den totale testinnsatsen reduseres"*).

Interessentdeltakelse ("stakeholder participation")

Noen strategier å vurdere for å forbedre interessentdeltakelsen inkluderer:

1. Sikre av at det er en virkelig forpliktelse til prosessen før interessentdeltakelse gjennomføres.
2. Klargjør omfanget av og formålene til enhver interessentdeltakelse (for eksempel å utdanne, å konsultere, etc.) overfor alle deltakere.
3. Avklar om deltakerne faktisk vil ha en stemme i den endelige avgjørelsen. Dette er typisk tilfelle i borgerjuryer og regulatoriske forhandlingskomiteer, men er ikke alltid tilfellet i noen andre typer interessentdeltakelsesprosesser.»

Også Renn (2008) skisserer et omfattende sett med anbefalinger for effektiv risikokommunikasjon. Anbefalingene dekker instrumenter for risikokommunikasjon, herunder brosjyrer, informasjonsvideoer og internettpresentasjoner, offentlige foredrag og diskusjoner, utstillinger, utdanningsmesser, besøk på vitenskapelige sentre og skoler, offentlig dialog og toveis kommunikasjon. Videre gis anbefalinger om kommunikasjon med media og kommunikasjon med interessenter.



International Research Institute of Stavanger

Hovedkontor

Postboks 8046
4068 Stavanger
Tlf: 51 87 50 00
Fax: 51 87 52 00

Besøksadresse: Prof. Olav Hanssensvei 15

E-post: firmapost@iris.no

Org. nummer: 988 944 459 MVA

Bergen

Thormøhlensgate 55
5506 Bergen

Mekjarvik

Mekjarvik 12
4072 Randaberg